

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-283134

(P2001-283134A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 6 F 19/00	1 0 0	G 0 6 F 19/00	1 0 0 4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/00		A 6 1 B 5/00	G 5 B 0 4 9
5/11		G 0 6 N 7/08	
G 0 6 N 7/08		A 6 1 B 5/10	3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-92959 (P2000-92959)

(22) 出願日 平成12年3月28日 (2000. 3. 28)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 大場 紀子

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 和辻 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

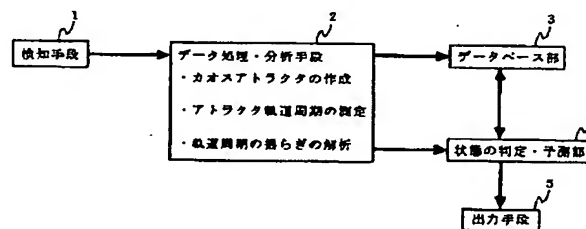
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 状態の判定・予測方法

(57) 【要約】

【課題】 カオスアトラクタに基づいて状態の客観的かつ正確な分析ができ、しかも不規則な周期を有するデータからも状態の判定および予測ができるようにする。

【解決手段】 状態の時系列データからカオスアトラクタを作成して、該カオスアトラクタの軌道周期を測定し、その軌道周期の揺らぎから現在の状態を判定するとともに、将来の状態を予測する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 状態の時系列データからカオスアトラクタを作成して、該カオスアトラクタの軌道周期を測定し、その軌道周期の揺らぎから現在の状態を判定するとともに、将来の状態を予測することを特徴とする状態の判定・予測方法。

【請求項 2】 前記カオスアトラクタを 3 次元以上の数空間に作成し、この数空間に特定平面を設定して、この特定平面を通過してから次に通過するまでの時間を前記カオスアトラクタの軌道周期とした請求項 1 記載の状態

の判定・予測方法。

【請求項 3】 前記カオスアトラクタを 2 次元の数空間に作成し、この数空間の所望点を原点として極座標変換して求めた角周期を前記カオスアトラクタの軌道周期とした請求項 1 記載の状態の判定・予測方法。

【請求項 4】 カオスアトラクタの構成要素の平均値座標点を極座標変換の原点とした請求項 3 記載の状態の判定・予測方法。

【請求項 5】 前記カオスアトラクタの軌道周期の揺らぎをデトレンド変動分析により分析する請求項 1～4 のいずれかに記載の状態の判定・予測方法。

【請求項 6】 前記時系列データが生体情報に関するものである請求項 1～5 のいずれかに記載の状態の判定・予測方法。

【請求項 7】 前記生体情報が歩行時の加速度データ及び振動データの少なくとも一方である請求項 6 記載の状態の判定・予測方法。

【請求項 8】 前記加速度データが進行方向に関するものである請求項 7 記載の状態の判定・予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、状態の判定・予測方法に関し、より詳細には生体情報などの非線形の時系列データから現在の状態を判定し、また将来の状態を予測する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】加速度や振動、脈拍、血圧、体温、血糖値、呼吸、筋電、心電、血流、脳波といった生体情報を測定・分析して、人の健康状態を判定および予測することが従来から種々試みられている。前記生体情報は非線形データであるため、非線形データの解析手法として広く用いられていたカオス解析が生体情報の分析にも用いられていた。カオス解析には、フラクタル次元解析、リアプノフ指数解析、カオスアトラクタ解析などの解析方法があるが、この中でもカオスアトラクタ解析が生体情報の解析手段として一般に用いられていた。

【0003】例えば特開平 6-217951 号公報では、測定した脈波からアトラクタを生成し、メモリに記憶されている複数のアトラクタパターンとこのアトラクタを比較して、アトラクタの形状や構造の類似度から人

の体調を判断する発明が提案されている。しかしアトラクタの形状の類似度を客観的に判断することはそもそも困難であり、この発明の手段では人の体調を正確に判断することはできない。

【0004】また特公平 6-9546 号公報では、脈波及び／又は心電波の時系列データからカオスアトラクタを作成し、さらにカオスアトラクタを演算処理してリアプノフ指数を求め、心身の異常などを診断する発明が提案されている。確かに、この提案発明は、脈波や心電波などかなり規則的な周期を有するデータに基づく場合は有効なものとなるが、不規則な周期を有するデータに基づく場合には満足な診断結果が得られないという問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような従来の問題に鑑みてなされたものであり、カオスアトラクタから状態の客観的かつ正確な分析ができ、しかも不規則な周期を有するデータに基づいても状態の判定および予測ができる方法の提供をその目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、状態の時系列データからカオスアトラクタを作成し、該カオスアトラクタの軌道周期を測定して、その軌道周期の揺らぎから現在の状態を判定するとともに、将来の状態を予測することを特徴とする状態の判定・予測方法が提供される。

【0007】ここで、前記カオスアトラクタを 3 次元以上の数空間に作成した場合には、数空間に特定平面を設定して、この特定平面を通過してから次に通過するまでの時間を前記カオスアトラクタの軌道周期としてもよいし、また前記カオスアトラクタを 2 次元の数空間に作成した場合には、数空間の所望点を原点として極座標変換して求めた角周期を前記カオスアトラクタの軌道周期としてもよい。前記極座標変換の原点としては、カオスアトラクタの構成要素の平均値座標を用いるのが簡便性の点から好ましい。

【0008】また大きな揺らぎに対しても客観的かつ正確に分析できることから、前記カオスアトラクタの軌道周期の揺らぎの分析はデトレンド変動分析 (DFA: Detrended Fluctuation Analysis) により行うのが望ましい。

【0009】前記時系列データとして生体情報に関するものを用いれば、人の健康状態を判定・予測することができる。測定の容易さの点で、このような生体情報としては歩行時の加速度データや振動データが好ましく、加速度データの中では進行方向に関するものがより好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明者等は、カオスアトラクタから状態の客観的かつ正確な分析ができ、しかも不規則

な周期を有するデータに基づいても状態の判定および予測ができる方法がないか鋭意検討を重ねた結果、カオスアトラクタの軌道周期に着目し、この軌道周期の揺らぎから状態の客観的かつ正確な分析ができることを見出し本発明を成すに至った。

【0011】すなわち本発明の判定・予測方法の大きな特徴は、アトラクタ軌道周期の揺らぎから現在の状態の判定し、さらに将来の状態を予測する点にある。この方法を用いれば、パターンマッチング法による従来のカオスアトラクタ解析では抽出できなかったカオスアトラクタ間の相違点を客観的かつ正確に抽出できる。以下、具体例に基づき本発明の判定・予測方法を詳述する。

【0012】本発明の判定・予測方法の一実施態様を表すブロック図を図1に示す。検知手段1により検知された時系列データはデータ処理・分析手段2に送られる。データ処理・分析手段2では、得られた時系列データからカオスアトラクタを作成し、さらにカオスアトラクタの軌道周期を測定しその揺らぎを検出する。特定の揺らぎと特定の状態とを関連づけるベースデータとして、検出した揺らぎを保存する場合は、データベース部3へ検出した揺らぎデータを送る。一方、検出した揺らぎから状態を判定・予測する場合には、データ処理・分析手段2から状態の判定・予測部4へ検出した揺らぎデータを送り、ここでデータベース部3に保存されている種々の揺らぎベースデータとの比較を行い、一致あるいは近似している揺らぎベースデータからその状態を判定し、判定・予測結果を出力手段5により外部に出力する。

【0013】状態の時系列データの収集は、例えば収集すべきデータが人の歩行時の加速度データや振動データである場合には、送信部を備えた加速度センサや振動センサを人に装着し無線信号などにより収集すればよい。また、検出手段、解析手段から出力手段までを一体にして身体に携帯できるようにしてもよい。

【0014】カオスアトラクタの軌道周期の測定は、例えば3次元以上の数空間にカオスアトラクタを描いた場合には、当該数空間内に平面を設定し、アトラクタ軌道がその平面を通過してから次に通過するまでの時間を測定すればよい。3次元数空間にカオスアトラクタを描いた場合の一実施例を図2に示す。平面Aの表面から出た一つのアトラクタ軌道は紙面表方向に進み、途中1回転して紙面裏方向に進み、平面Aの裏面から表面へと平面Aを通過する。この平面Aを出てから平面Aに戻ってくるまでの時間を軌道周期とするのである。もちろん軌道周期は、アトラクタ軌道の一部のものであってもよい。この場合、平面Aの設定位置を調整することにより、アトラクタ軌道の所望部分の軌道周期を測定することができる。

【0015】また2次元の数空間にカオスアトラクタを描いた場合には、例えば数空間上の所望点を原点として極座標変換して角周期を求め、この角周期を軌道周期と

すればよい。このような方法によれば比較的簡単な処理で軌道周期を測定することができる。2次元数空間にカオスアトラクタを描いた場合の一実施例を図3に示す。カオスアトラクタの点Oから右方向に水平線Sを引き、この水平線Sを基準線としてアトラクタ軌道が時計と反対方向に360°回転して基準線に戻ってくるまでの時間を軌道周期とする。このとき極座標変換の原点としては、簡単に算出できることからカオスアトラクタの構成要素の平均値座標点を用いることが推奨される。なお、アトラクタ軌道の形状によっては、求めた平均値座標点のアトラクタ軌道内に存在することもあり得るが、このような場合には平均値座標点近傍でアトラクタ軌道から外れた点を原点とすればよい。

【0016】実際に測定した被験者による歩行の加速度データを図4に示す。図4は、横軸を時間、縦軸を加速度として歩行による加速度の経時変化を示した図であって、図4(a)が健康時の加速度データ、同図(b)が体調不良時の加速度データである。これらの図から理解されるように、加速度データの波形を比較してもその違いは明確にはわからない。

【0017】次に、このデータに基づき2次元数空間に描いたカオスアトラクタを図5に示す。図5(a)が健康時のカオスアトラクタ、同図(b)が体調不良時のカオスアトラクタである。これらカオスアトラクタの形状から、パターンマッチング法を用いて状態の分類を行った場合、両者は同じ状態すなわち違いがないと判定される可能性が高く、加えて両者の違いを定量的に表すことは困難である。

【0018】そこで、図5のカオスアトラクタの構成要素の平均値を求め、その平均値座標点を原点としてカオスアトラクタを極座標変換してカオスアトラクタの軌道周期を測定した。具体的にはカオスアトラクタの点Oから右方向に水平線Sを引き、この水平線Sを基準線としてアトラクタ軌道が時計と反対方向に360°回転して基準線に戻ってくるまでの時間を軌道周期とした。ここで、従来のDFAによる歩行情報の分析では、左右どちらかの足着地から次の同じ足着地までの一歩行周期を専ら測定・利用していたため、一歩行当たり1つしかデータが得られなかったが、前記アトラクタ軌道は右足着地から次の右足着地までの一歩行で大きい略円を1周した後、小さい略円を3周するので一歩行当たり4つの軌道周期が得られる。これにより測定個数が同じであれば、測定時間を従来の1/4に短縮できるという付加的効果が得られる。

【0019】アトラクタ軌道周期の測定結果を図6に示す。図6(a)が健康時のアトラクタ軌道周期、同図(b)が体調不良時のアトラクタ軌道周期である。図6の(a)と(b)を比較してみればわかるように、カオスアトラクタのパターンマッチング法ではわからなかった、体調の違いによる歩行データの違いがアトラクタ軌

10

20

30

40

50

道周期の揺らぎから見いだせる。したがって種々の状態時のアトラクタ軌道周期の揺らぎをデータベースとして記憶させておけば、データベースの揺らぎ特性と測定した揺らぎ特性を順次比較してその一致性を検出することによりそのときの状態を判定することができるのである。

【0020】さらに、アトラクタ軌道周期の揺らぎから体調不良の前兆をも見出すことができる。図7に、被験者が体調を崩す前日のカオスアトラクタの軌道周期を示す。図7のアトラクタ軌道周期の揺らぎは、健康時に比べると大きい、体調不良時に比べると小さい。したがって安定を保っていたアトラクタ軌道周期の揺らぎが大きくなり始めると、本人に自覚症状がなくても現在体調が崩れつつあり、やがては体調不良になるであろうことが予測できるのである。

【0021】アトラクタ軌道の揺らぎを分析する方法としては、DFA、フーリエ変換などの周波数変換、ウェーブレット解析、マルチフラクタル解析など従来公知の分析方法を用いることができるが、大きな揺らぎに対しても客観的かつ正確に分析できる点からDFAが望ましい。

【0022】DFAによる分析方法を概説すると、まず揺らぎの系を所定のウインドウサイズで区切り、各ウインドウ毎に波形を直線近似する。そしてその直線近似からのズレの絶対値を積分し、この積分値を揺らぎの大きさとする。揺らぎの大きさを縦軸とし、ウインドウサイズを横軸として、各ウインドウサイズに対する揺らぎの大きさをプロットとし、その傾きや y 切片を状態の判定・予測の指標とするのである。

【0023】図6(a)、(b)に示したアトラクタ軌道周期の揺らぎをDFAで分析した結果を図8に示す。図8は、横軸をウインドウサイズ、縦軸を揺らぎの大きさとして、健康時と体調不良時をそれぞれ実線と破線で表したものである。体調不良時の破線は、健康時の実線に比べて線の傾きが小さくなっている。したがってこの場合は主として線の傾きの変化から健康、体調不良の判別を行うことができる。

【0024】また状態の時系列データとして歩行時の振動データを用いて、アトラクタ軌道周期の揺らぎをDFAで分析した結果を図9に示す。なお歩行時の振動は振動スイッチ(光進社製)を用いて測定した。また振動スイッチの出力は「1」と「0」のデジタル的な信号であるので、信号を加算平均してスムージングを行いカオスアトラクタを描いた。図8と同様に図9は、横軸をウイ

ンドウサイズ、縦軸を揺らぎの大きさとして、健康時と体調不良時をそれぞれ実線と破線で表したものである。健康時の実線と体調不良時の破線とは y 切片および傾きが異なっているから、この相違点から健康、体調不良の判別を行うことができる。

【0025】前記実施例では状態の時系列データとして歩行時の加速度や振動を用いて、健康状態の判定、予測方法を説明したが、本発明の状態の判定・予測方法はこれに限定されるものではなく、その他にも例えばモータやエンジンなどの振動や音、発熱などの時系列データからそれら機械・器具の状態を判定・予測することができる。さらには温度や湿度、風向きといった時系列データから天候の状態を判定・予測することもできる。

【0026】

【発明の効果】本発明の状態の判定・予測方法では、状態の時系列データからカオスアトラクタを作成して、該カオスアトラクタの軌道周期を測定し、その軌道周期の揺らぎを分析することにより状態を判定・予測するので、従来のパターンマッチング法では見つけられなかった相違点を客観的に抽出することでき、状態の客観的かつ正確な分析ができ、しかも不規則な周期を有するデータに基づいても状態の判定および予測ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の状態の判定・予測方法の一実施例を示すブロック図である。

【図2】 カオスアトラクタを3次元数空間に描いた場合の一実施例を示す図である。

【図3】 カオスアトラクタを2次元数空間に描いた場合の一実施例を示す図である。

【図4】 歩行時の加速度変化を示す図である。

【図5】 歩行時の加速度変化から2次元数空間に描いたカオスアトラクタ図である。

【図6】 アトラクタ軌道周期の変化を示す図である。

【図7】 アトラクタ軌道周期の変化を示す図である。

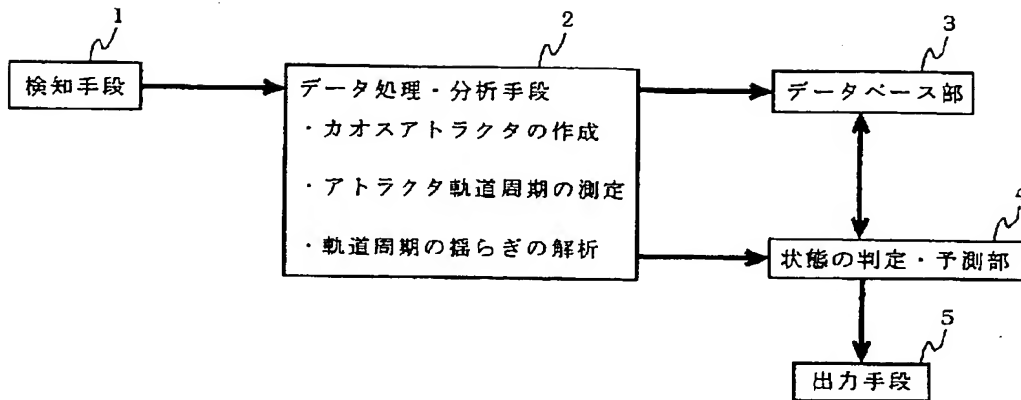
【図8】 アトラクタ軌道周期の揺らぎをDFAにより分析した結果を示す図である。

【図9】 アトラクタ軌道周期の揺らぎをDFAにより分析した結果を示す図である。

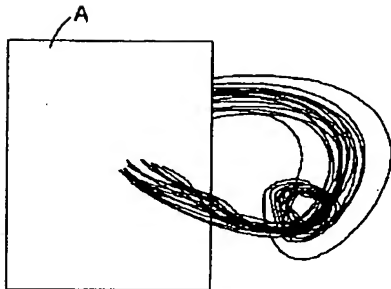
【符号の説明】

- 1 検知手段
- 2 データ処理・分析手段
- 3 データベース部
- 4 状態の判定・予測部
- 5 出力部

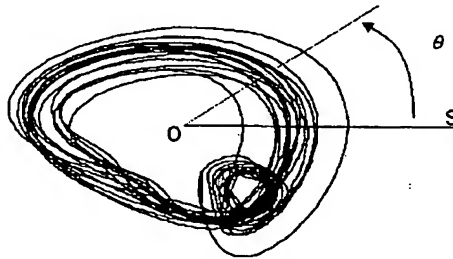
【図1】



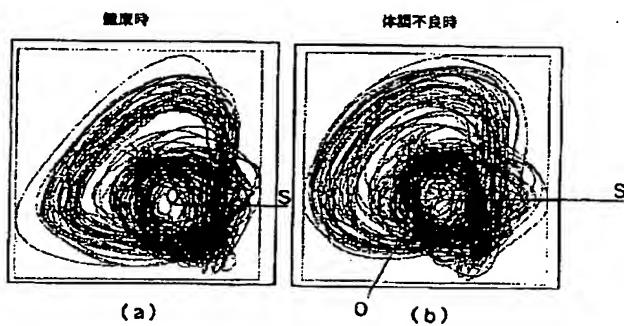
【図2】



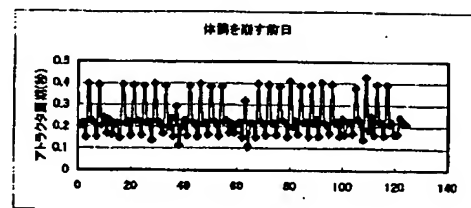
【図3】



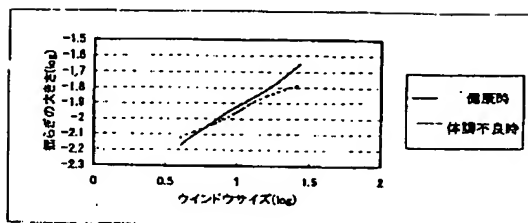
【図5】



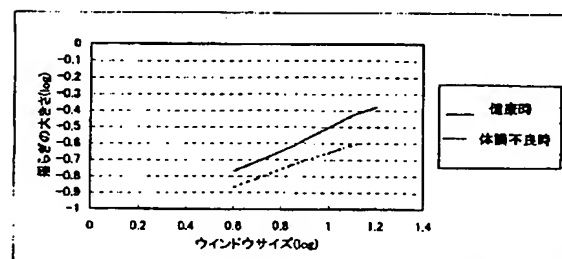
【図7】



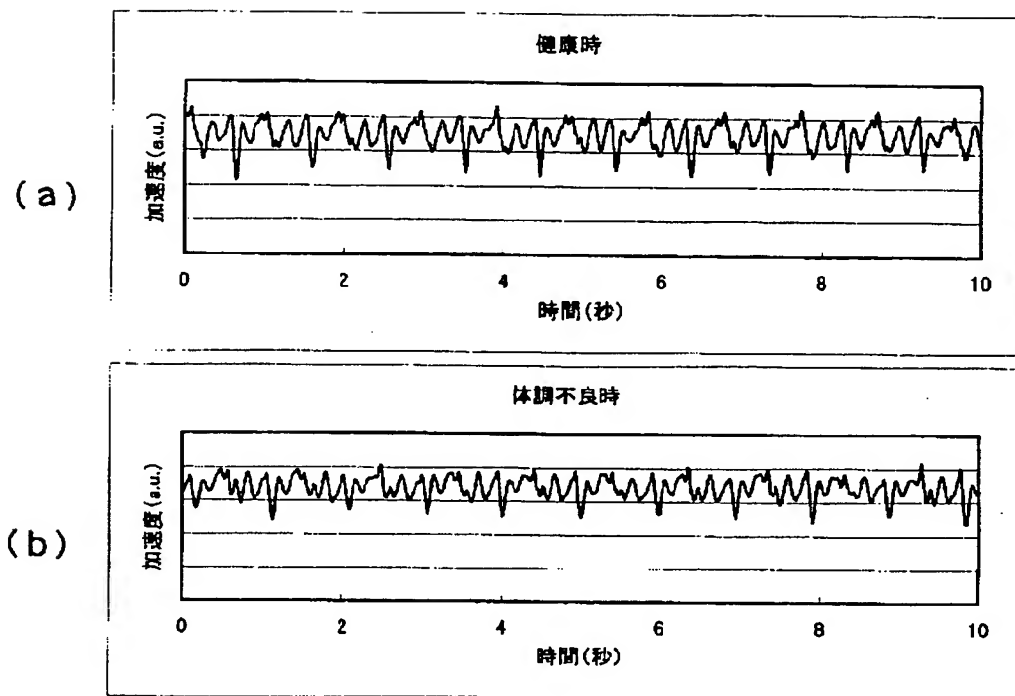
【図8】



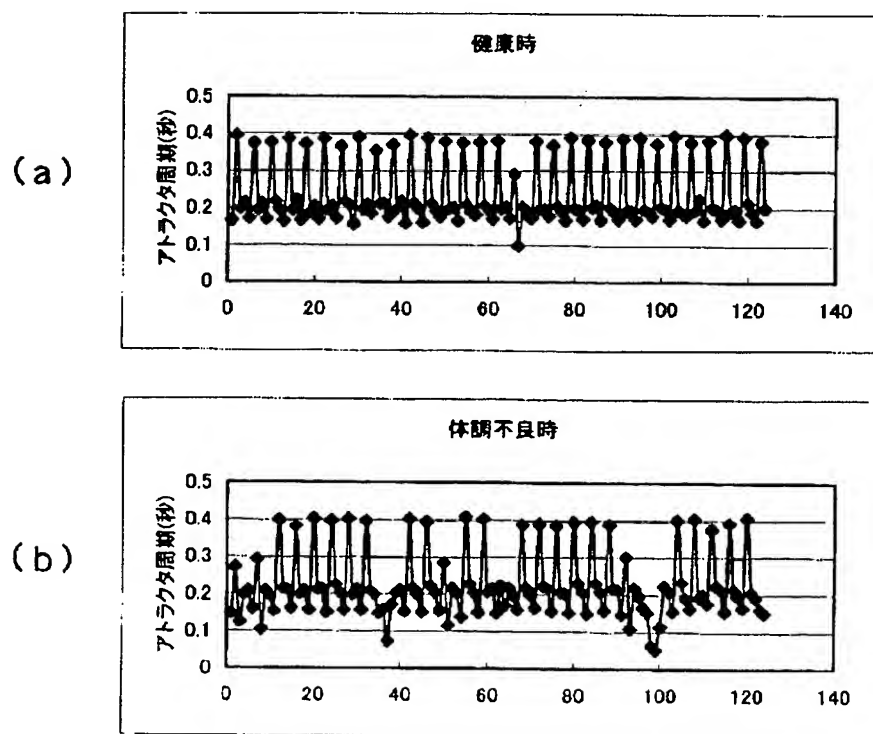
【図9】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 小河 毅
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

F ターム(参考) 4C038 VA12 VA20 V801 VC20
5B049 BB41 DD00 EE00 FF01 GG09

THIS PAGE BLANK (USPTO)